

Двухфотонная рекомбинация водорода при наличии каскадных процессов

Квасов П.А. (СПБГУ), Залялютдинов Т.А. (СПБГУ), Соловьев Д.А.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Залялютдинов Т.А. (СПБГУ)

Введение. Работа посвящена исследованию двухфотонной рекомбинации водорода в присутствии каскадных процессов. В рамках теории квантовой электродинамики (КЭД) и подхода S -матрицы представлены аналитический вывод и численный расчет радиационных поправок к сечению однофотонной рекомбинации. Показано, что мнимая часть однопетлевого оператора собственной энергии связанного электрона, усредненная по волновым функциям непрерывного спектра, приводит к известному выражению для сечения однофотонной рекомбинации. В рамках данного подхода мы демонстрируем, что ведущая поправка к процессу однофотонной рекомбинации из свободного состояния может быть аналогичным образом определена путем изучения мнимой части двух-петлевой собственной энергии. Результаты этого исследования могут иметь важное значение для теоретического понимания кинетики рекомбинации водорода и могут внести вклад в текущие астрофизические исследования первичной водородной плазмы в ранней Вселенной.

Основная часть. Недавно в предыдущей работе нашей научной группы было показано, что в присутствии каскадных процессов существует фундаментальное различие между двухфотонной шириной уровня возбужденного атомного состояния и соответствующей скоростью двухфотонного перехода [1, 2]. В частности, в [2] на примере связанных переходов $ns/nd-1s$ ($n \geq 3$) в водороде было продемонстрировано, что двухфотонные ширины возбужденных уровней, вычисленные как мнимая часть двух-петлевой поправки к собственной энергии связанного электрона для уровня энергии, отличаются от соответствующих скоростей двухфотонного распада при учете однофотонных каскадных процессов. Полученные результаты могут быть интерпретированы как радиационные поправки к однофотонной ширине.

Выводы. В данной работе мы продолжаем наше исследование, сосредоточившись на свободно-связанных переходах и рассматривая двухфотонную рекомбинацию в атоме водорода. В рамках теории квантовой электродинамики (КЭД) и формализма S -матрицы представлены аналитический вывод и численные результаты радиационных поправок к сечению однофотонной рекомбинации. Следуя работе [4], мы рассматриваем мнимую часть двух-петлевого оператора собственной энергии, усредненную по волновым функциям непрерывного спектра. Показано, что в рамках данного подхода полученное выражение не содержит резонансных членов и представляет собой радиационную поправку к сечению однофотонной рекомбинации.

Список использованных источников:

1. T. Zalialiutdinov, D. Solov'yev, L. Labzowsky, and G. Plunien, Phys. Rev. A 89, 052502 (2014)
2. T. Zalialiutdinov, A. Anikin, and D. Solov'yev, Phys. Rev. A 102, 032204 (2020)
3. U. D. Jentschura, Phys. Rev. A 69, 052118 (2004)
4. D. Solov'yev, T. Zalialiutdinov, A. Anikin, J. Triaskin, and L. Labzowsky Phys. Rev. A 100, 012506, (2019)